



Basisregistratie Ondergrond (BRO) Actualisatie bodemkaart

Herkartering westelijk veengebied Waterschap Drents Overijsselse Delta

Folkert de Vries, Fokke Brouwer en Dennis Walvoort



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Basisregistratie Ondergrond (BRO) Actualisatie bodemkaart

Herkartering westelijk veengebied Waterschap Drents Overijsselse Delta

Folkert de Vries, Fokke Brouwer en Dennis Walvoort

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van de Wettelijke Onderzoekstaak Basisregistratie Ondergrond (WOT-04-013).

Wageningen Environmental Research
Wageningen, mei 2018


Rapport 2887
ISSN 1566-7197

Vries, F. de, F. Brouwer en D. Walvoort, 2018. *Basisregistratie Ondergrond (BRO) Actualisatie bodemkaart; Herkartering westelijk veengebied Waterschap Drents Overijsselse Delta*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2887. 28 blz.; 9 fig.; 2 tab.; 8 ref.

De bodemkaart onderscheidt allerlei bodemtypen met veenlagen ondiep in het profiel. Door oxidatie en klink neemt de veendikte geleidelijk af. Voor het beheer van veengebieden is het van belang om inzicht te hebben in de veendiktes. Dit onderzoek heeft geresulteerd in een veendiktekaart voor het westelijk veengebied in Waterschap Drents Overijsselse Delta en een geactualiseerde bodemkaart, schaal 1 : 50 000, van dit veengebied.

Trefwoorden: Bodemkaart, veendiktes

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/450341> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

 2018 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Environmental Research Rapport 2887 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Falentijn Assinck

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Aanleiding	9
	1.2 Projectdoel	9
	1.3 Projectafbakening	10
	1.4 Impact van het project	10
	1.4.1 Belang voor het waterschap	10
	1.4.2 Bijdrage aan de BRO-doelstellingen	10
	1.5 Achtergrondinformatie	11
	1.5.1 Definities	11
	1.5.2 Processen	12
	1.6 Het projectgebied	12
2	Methode	15
	2.1 Data verzamelen	15
	2.1.1 Kalibratie set met boormonsterbeschrijvingen	15
	2.1.2 Validatie set met boormonsterbeschrijvingen	16
	2.2 Modelleren veendikte	16
	2.3 Veendiktes in de petgatgebieden	17
	2.4 Actualiseren bodemkaart	17
	2.4.1 Actualisatie voor de dikte van het veenpakket	17
	2.4.2 Aanpassingen in de begrenzing van overige onderscheidingen	18
3	Resultaten	19
	3.1 Boormonsterbeschrijvingen	19
	3.2 Veendiktekaart	20
	3.3 Veendiktes in petgatgebieden	21
	3.4 Geactualiseerde bodemkaart	22
4	Conclusies	25
	Literatuur	26
	Bijlage 1 Instructies voor het veldwerk	27

Woord vooraf

De Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, is onderdeel van de Basisregistratie Ondergrond (BRO). De BRO maakt onderdeel uit van het stelsel van basisregistraties. De gegevens over de ondergrond worden voortaan op één plek beheerd en ontsloten. De informatie is voor veel toepassingen buitengewoon relevant, mits de gegevens actueel zijn. Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit is bronhouder van de bodemkaart, maar heeft de beheer- en onderhoudstaken aan Wageningen Environmental Research gedelegeerd. Naast de financiering van het ministerie voor de actualisatie van de bodemkaart heeft Waterschap Drents Overijsselse Delta voor dit project ook een financiële bijdrage geleverd. Dit rapport gaat over het onderzoek naar de veendiktes in het westelijk gebied van Waterschap Drents Overijsselse Delta en de actualisatie van de bodemkaart van dit veengebied.

Bij de uitvoering van het project was een groot aantal collega's betrokken. Het veldwerk, waarbij op bijna 328 locaties een boorbeschrijving is opgesteld, is met veel inzet uitgevoerd door Willy de Groot, Fokke Brouwer, Eduard Hummelink en Falentijn Assinck. De modellering is uitgevoerd door Dennis Walvoort. Fokke Brouwer en Folkert de Vries zorgden voor de verdere verwerking van de gegevens. De coördinatie en planning van het project lag bij Folkert de Vries. Het project maakt onderdeel uit van het BRO-programma (WOT-04-013) onder leiding van Joop Okx. Joop Okx heeft ook de interne review van dit rapport uitgevoerd. We bedanken de grondeigenaren voor de medewerking om op hun percelen grondboringen te verrichten.

Wageningen, mei 2018

Samenvatting

De bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, geeft informatie over de bodemopbouw tot ca. 1,2 m-mv. De kaart maakt onderdeel uit van de gegevens van de Basisregistratie Ondergrond (BRO), waardoor de data publiekelijk beschikbaar zijn. Om de gegevens adequaat te kunnen gebruiken voor allerlei toepassingen, is voortdurend onderhoud nodig. Sinds 2010 zijn in het kader van de BRO al verschillende projecten uitgevoerd om de informatie van de bodemkaart te actualiseren. In 2014 is de actualisatie afgerond van de gebieden met moerige gronden en dunne veengronden. Van deze gebieden is tevens een veendiktekaart vervaardigd. De veendiktekaart is ook compleet voor de gebieden met diepe veengronden (dit zijn veengronden waarbij het veen doorloopt tot dieper dan 1,2 m-mv.) in Noord-Nederland. Binnen het beheergebied van Waterschap Drents Overijsselse Delta was de veendiktekaart nog niet beschikbaar voor de gebieden met diepe veengronden. Het waterschap heeft in verband met het opstellen van een Veenweidevisie wel behoefte aan een compleet overzicht van veendiktes in het beheergebied en heeft daarom opdracht gegeven voor het voorliggende onderzoek.

Dit project richt zich op de verbetering van de bodeminformatie van het gebied met diepe veengronden in het beheergebied van Waterschap Drents Overijsselse Delta en heeft twee belangrijke doelstellingen:

- Het actualiseren van de bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000.
- Het aanvullen van de landelijke veendiktekaart.

De concrete resultaten van dit project bestaan uit:

- Een GIS-bestand van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 met een geactualiseerd fragment van het veengebied binnen Waterschap Drents Overijsselse Delta.
- Een rasterbestand (celgrootte 50x50 m²) met de veendiktekaart voor het beheergebied van het waterschap, met uitzondering van de petgatgebieden.
- Een dataset met 328 boormonsterbeschrijvingen. Deze boormonsterbeschrijvingen worden opgenomen in de landelijke database van de BRO.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, geeft informatie over de bodemopbouw tot ca. 1,2 m-mv. De kaart maakt onderdeel uit van de gegevens van de Basisregistratie Ondergrond (BRO). Met de Basisregistratie beoogt de overheid de informatievoorziening sterk te verbeteren, door publieke gegevens over de ondergrond op gestandaardiseerde wijze vast te leggen in de database van de landelijke voorziening en voor zowel overheden als andere partijen ter beschikking te stellen. Om de informatie van de bodemkaart adequaat te kunnen gebruiken voor landelijke en regionale toepassingen, is er regelmatig onderhoud nodig. Sinds 2010 zijn in het kader van de BRO al verschillende projecten uitgevoerd om de informatie van de bodemkaart te actualiseren.

In de periode 2010-2014 is de bodemkaart van de gebieden met moerige gronden en veengronden met een minerale ondergrond binnen 1,2 m-mv. (dunne veengronden) geactualiseerd. Bij de actualisatie van deze gebieden is tevens een veendiktekaart samengesteld. Een belangrijke uitkomst van dit onderzoek was dat sinds de eerste opname van de bodemkaart (1965-1995) de veendikte aanzienlijk is afgenomen. Veenlagen slinken doordat het veen oxideert en inklinkt, met maaiveldafval als gevolg. Uit onderzoek van Van den Akker (2005) is bekend dat naarmate de gronden dieper ontwaterd zijn, de oxidatie en klink toenemen.

Binnen het beheergebied van Waterschap Drents Overijsselse Delta komen naast moerige gronden en dunne veengronden ook dikke veengronden voor. Van deze gebieden was de veendiktekaart nog niet beschikbaar. Het waterschap wil een Veenweidevisie opstellen, waarin de toekomstige ontwikkelingen van het veenweidegebied worden beschreven en maatregelen worden voorgesteld voor een duurzaam gebruik en beheer. Voor het opstellen van de Veenweidevisie heeft het waterschap behoefte aan een veendiktekaart van het gehele veengebied.

1.2 Projectdoel

Dit BRO-project richt zich op de verbetering van de bodeminformatie van het gebied met diepe veengronden in het beheergebied van Waterschap Drents Overijsselse Delta en heeft twee belangrijke doelstellingen:

- Het actualiseren van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000.
- Het aanvullen van de landelijke veendiktekaart.

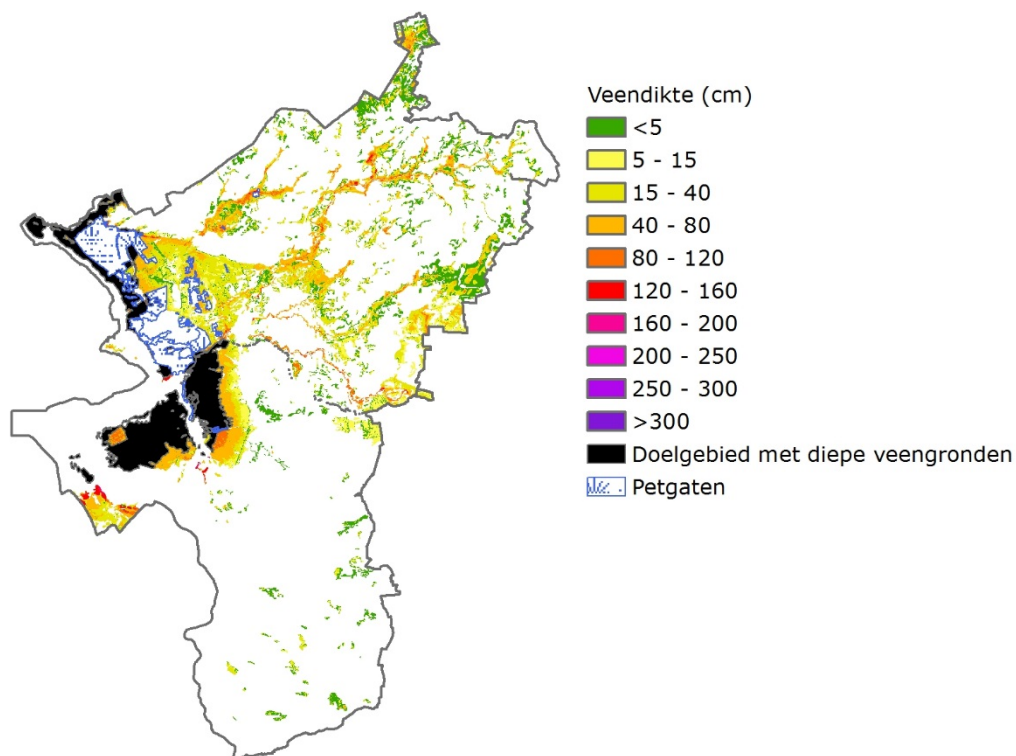
De actualisatie van de bodemkaart wordt in het kader van de BRO gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Waterschap Drents Overijsselse Delta draagt bij in de kosten voor het vervaardigen van de veendiktekaart.

Concreet bestaan de resultaten van dit project uit:

- Een GIS-bestand van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 met een geactualiseerd fragment van het veengebied binnen Waterschap Drents Overijsselse Delta.
- Een rasterbestand (celgrootte 50x50 m²) met de veendiktekaart voor het beheergebied van het waterschap, met uitzondering van de petgatgebieden.
- Een dataset met boormonsterbeschrijvingen. Deze boormonsterbeschrijvingen worden opgenomen in de landelijke database van de BRO.
- Dit rapport met een verantwoording van de werkwijze bij het actualiseren van de bodemkaart en het vervaardigen van de veendiktekaart.

1.3 Projectafbakening

De nieuw verzamelde gegevens hebben betrekking op het doelgebied zoals aangegeven in figuur 1. Hier komen volgens de Bodemkaart van Nederland diepe veengronden voor. De oppervlakte bedraagt ca. 13 000 ha. De petgatgebieden behoren niet tot het doelgebied. Voor het opstellen van de boormonsterbeschrijvingen wordt tot in de pleistocene zandondergrond geboord met een maximale diepte tot 4 m-mv. Dus wanneer de top van de pleistocene ondergrond dieper ligt dan 4 m, wordt de absolute diepte niet geregistreerd. De nieuwe veendiktegegevens worden gecombineerd met de al bestaande veendiktekaart uit 2014.



Figuur 1 Veendiktekaart Waterschap Drents Overijsselse Delta van het gebied met moerige gronden en dunne veengronden, het petgatengebied en de begrenzing van het doelgebied voor het onderzoek in dit project.

1.4 Impact van het project

1.4.1 Belang voor het waterschap

Met dit project krijgt het waterschap de beschikking over actuele bodemgegevens van de veengebieden binnen het waterschap. De informatie is in eerste instantie van belang voor het opstellen van de Veenweidevisie, maar kan daarnaast ook geraadpleegd worden bij het vaststellen van peilbesluiten en andere vraagstukken waarbij gegevens over de bodem van belang zijn.

1.4.2 Bijdrage aan de BRO-doelstellingen

Dit project past in de doelstellingen van de BRO om actuele gegevens over bodem en ondergrond te verschaffen. De BRO is hét informatiesysteem met publieke gegevens van de Nederlandse ondergrond. Deze basisregistratie maakt het mogelijk om bodem- en ondergrondgegevens via één digitaal loket te raadplegen (<https://bro.pleio.nl/>). Alle met overheidsgeld verzamelde gegevens over de bodem en de ondergrond worden in de BRO opgenomen. De BRO-gegevens komen vanaf 2017

gefaseerd beschikbaar. Het lopende project Actualisatie Bodemkaart is gerelateerd aan een tweetal registratieobjecten:

- boormonsterprofielen, waarmee de boormonsterbeschrijvingen worden bedoeld;
- bodemkundig model, waarmee de bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, wordt bedoeld.

De boormonsterbeschrijvingen die in het kader van dit project zijn opgesteld, worden opgenomen in de BRO-database.

De doelstelling van de Basisregistratie Ondergrond komen in grote lijnen overeen met een aantal doelstellingen van de Expert Advisory Group van de Verenigde Naties, waarin gesteld wordt dat '*data en modellen van levensbelang zijn voor besluitvorming en verantwoording. Zonder de juiste informatie is het ontwerpen, monitoren en evalueren van beleid een bijna onmogelijke opgave*'. Gegevens over de bodem zijn gerelateerd aan meerdere Sustainable Development Goals, zoals het behoud van het ecosysteem en het verkrijgen van inzicht in bodembedreigingen en het beperken hiervan.

1.5 Achtergrondinformatie

1.5.1 Definities

Bodemeenheid: dit is een eenheid volgens de legenda van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. In dit project worden de bodemeenheden gegroepeerd in vier *hoofdklassen*: minerale gronden, moerige gronden, diepe veengronden en dunne veengronden. Hieronder worden deze hoofdklassen nader toegelicht.

Minerale gronden: Bodems met een toplaag van zand, klei of leem die ten minste doorgaat tot 40 cm-mv.

Moerige gronden: bodems met een moerige bovengrond van maximaal 40 cm dikte of een moerige tussenlaag van 5 à 40 cm dikte die binnen 40 cm-mv. begint. Moerige gronden worden op de bodemkaart aangegeven met de hoofdletter ..W... De letters voor en achter de bodemeenheid geven informatie over respectievelijk de toplaag in het bodemprofiel en de laag onder de moerige laag. Bijvoorbeeld zWz: een moerige grond met een toplaag van zand (z...) en een ondergrond van zand (...z). Of vWz: dit is een moerige grond met toplaag van moerig (v) materiaal rustend op zand (...z).

Veengronden: Bodems waarbij binnen de zone tot 80 cm-mv. moerig materiaal voorkomt over een dikte van minimaal 40 cm. Veengronden worden op de bodemkaart aangegeven met hoofdletter ..V.. De letters voor en achter de hoofdletter geven informatie over respectievelijk de aard van de toplaag en de veensoort of aard van de minerale ondergrond. Bijvoorbeeld de bodemeenheid kVc heeft een bovengrond van zavel of klei (k...) op zeggaveen (...c) dat doorloopt tot dieper dan 120 cm-mv. In dit project maken we binnen de veengronden onderscheid in:

- "*Dunne veengronden*": Veengronden waarbij het veenpakket binnen 120 cm-mv. overgaat in een minerale ondergrond van zand of klei.
- "*Diepe veengronden*": Veengronden waarbij het veenpakket doorloopt tot dieper dan 120 cm-mv.

Daarnaast zijn ook de volgende begrippen van belang:

Veengebieden: Gebieden met moerige gronden en veengronden.

Moerig materiaal: Bodemmateriaal dat, afhankelijk van het lutumgehalte, voor minstens 15 gewichtsprocenten (bij een lutumgehalte van 0%) à 30 gewichtsprocenten (bij een lutumgehalte van 70%) uit organisch materiaal bestaat. Een synoniem voor moerig is venig. Bodemmateriaal met meer dan 22 tot 55% organisch materiaal wordt veen genoemd, vaak in combinatie met een aanduiding van het plantaardige materiaal dat eraan ten grondslag ligt (bijvoorbeeld zeggaveen, rietveen, veenmosveen, bosveen). In dit rapport wordt ook de term *moerige laag* gebruikt. Hiermee bedoelen we dus een laag met ten minste 15 (à 30)% organische stof.

1.5.2 Processen

Veenvorming vindt plaats als afgestorven plantenresten onder natte omstandigheden door gebrek aan zuurstof en door remming van de biologische activiteit niet of onvolledig worden afgebroken. Tijdens het proces van veenvorming is de aanvoer van organische stof groter dan de afbraak. Als de afbraak van organische stof groter is dan de aanvoer, verdwijnt het veen weer geleidelijk. Hoge grondwaterstanden dragen bij aan de conservering van veen. Organische stof in de bodem wordt zowel onder anaerobe als onder aerobe omstandigheden voortdurend afgebroken. Bij afwezigheid van luchtzuurstof (anaerobe omstandigheden) verloopt de afbraak zeer langzaam. Onder aerobe omstandigheden, als de organische stof aan de lucht is blootgesteld, gaat de afbraak sneller. Dit verteringsproces door micro-organismen wordt oxidatie genoemd. Organisch materiaal breekt af bij blootstelling aan zuurstof en gaat als CO₂ (kooldioxide) en deels als N₂O (lachgas) de lucht in (Van den Akker, 2005).

Ontwatering bevordert de zuurstofvoorziening in de bodem, waardoor de oxidatie toeneemt en het maaiveld daalt. Om de drooglegging en de daaraan gerelateerde gebruiksmogelijkheden van landbouwgronden op een bedrijfseconomisch aanvaardbaar peil te houden, is na verloop van tijd verlaging van polderpeilen nodig. Na peilverlagingen treedt er eerst klink op. De bovengrond die in de natte situatie als het ware in het grondwater dreef, komt na de peilverlaging boven het grondwater uit. Het eigen gewicht drukt nu op de slappe veenlagen, die daardoor in elkaar worden gedrukt. Daarbij wordt het water uit de slappe lagen geperst. De drooglegging zorgt ook voor het krimpen van de veenbodem. Maagdelijk veen in de ondergrond bestaat voor 90% uit water. Door de peilverlaging komt dit veen droog te staan en door de verdere uitdroging als gevolg van gewasverdamping verdwijnt er veel water, waarbij het veen krimpt. Daarbij verandert de structuur en de samenstelling van het veen. Krimp, klink en oxidatie van veen resulteren in maaivelddaling. Uit onderzoek van Van den Akker (2005) blijkt dat maaivelddaling in veenweidegebieden sterk gerelateerd is aan de grondwaterstanden aan het einde van de zomer. De grondwaterstanden zijn dan, na een periode van verdampingoverschot, op zijn diepst en de bodemtemperatuur is op zijn hoogst. Dit zijn optimale omstandigheden voor oxidatie. Van den Akker heeft een langjarig gemiddelde maaivelddaling vastgesteld van 6 mm per jaar bij ondiepe grondwaterstanden (<40 cm-mv.) tot 12 mm per jaar bij diepere grondwaterstanden (60 cm-mv.). Verder blijkt uit het onderzoek van Van den Akker dat bij veengronden met een kleidek (bodemkaartenheden kV..en pV..), door de beschermende invloed van de kleilaag, veenoxidatie en maaivelddaling geringer zijn dan bij veengronden zonder kleidek (aV.., hV.. en V..).

Veen bestaat voor ca. 50% uit koolstof dat door planten uit CO₂ uit de lucht is vastgelegd. Oxidatie van veenlagen leidt tot vorming en emissie van broeikasgassen als CO₂ (kooldioxide) en N₂O (lachgas). Lachgas ontstaat bij onvolledige oxidatie van stikstofverbindingen. In 2004 werd de jaarlijkse emissie van deze broeikasgassen uit de Nederlandse veengronden die in gebruik zijn als landbouwgrond geschat op 4,25 miljoen ton CO₂ en 1043 ton N₂O, wat gelijk is aan 0,51 miljoen ton CO₂-equivalenten (Kuikman et al. 2005). In totaal 4,76 miljoen ton CO₂-equivalenten. Dit is ongeveer 4% van de totale jaarlijkse landelijke broeikasgasemissie.

1.6 Het projectgebied

In het westelijke deel van het waterschap komen over een brede zone moerige gronden en veengronden voor. Naar het westen neemt de veendikte toe. In de gebieden waar volgens de eerste uitgave van de bodemkaart de zandondergrond binnen 1,2 m-mv. begint, is in de periode 2010-2014 een veendiktekaart samengesteld en is aan de hand van de veendiktegegevens de bodemkaart geactualiseerd. De gebieden in het uiterste westen met een zandondergrond dieper dan 1,2 m-mv. worden in dit project nader onderzocht. Op de eerste versie van de bodemkaart zijn de veengronden op basis van de aard van de bovengrond en de veensoort onderverdeeld in verschillende bodemtypen (figuur 2). Voor de bovengrond wordt op het hoofdniveau onderscheid gemaakt in gronden met een donkere moerige eerdlaag en gronden zonder eerdlaag.

Naar de samenstelling van de eerdlaag is een verdere onderverdeling in een:

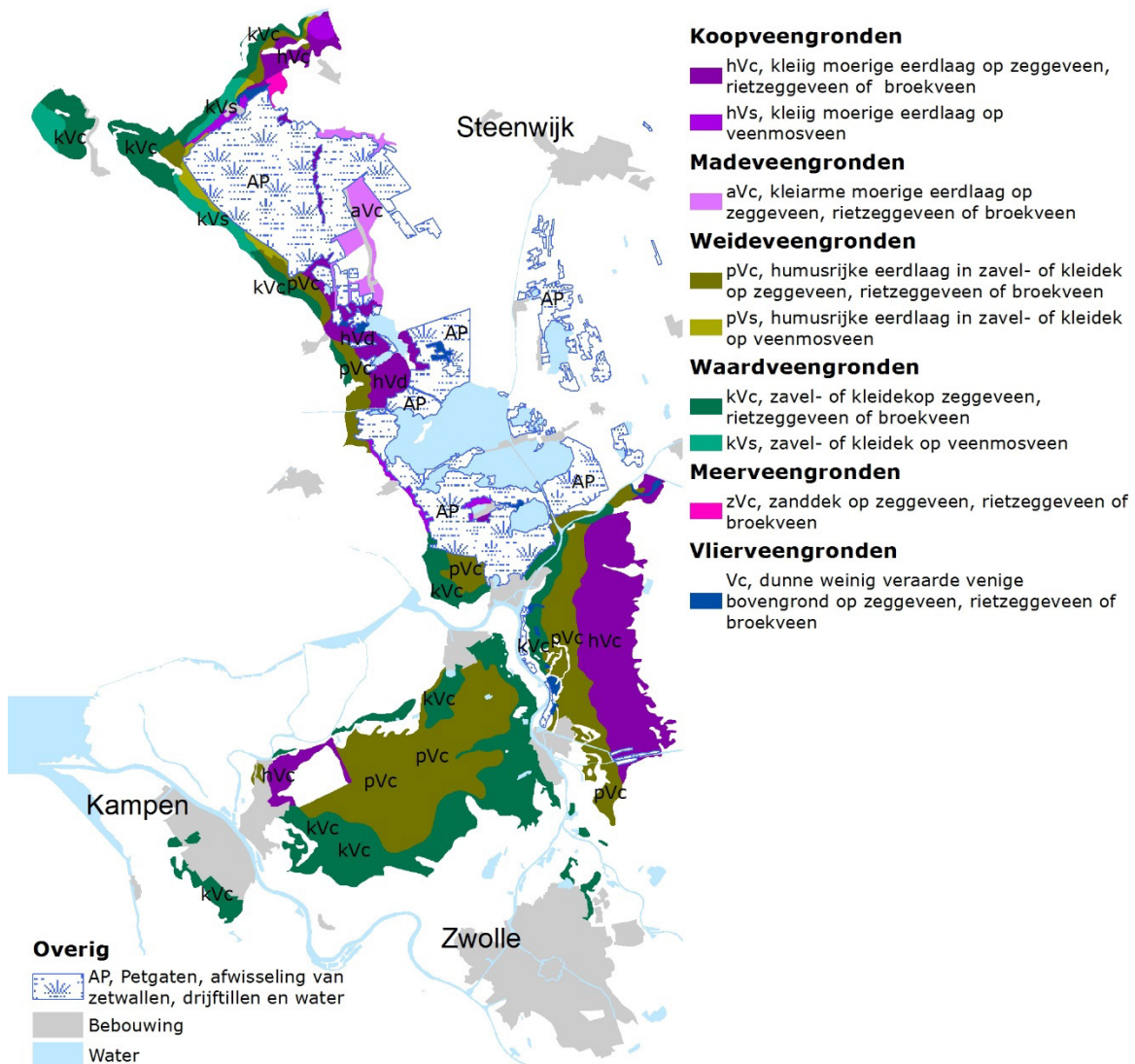
- kleiig moerige eerdlaag (koopveengronden, hV..);
- kleiarne moerige eerdlaag (madeveengronden, aV..);
- humusrijke eerdlaag in zavel- of kleidek (weideveengronden, pV..).

Bij de veengronden zonder eerdlaag onderscheiden we veengronden met een:

- dunne, weinig veraarde venige bovengrond (vlierveengronden, V..);
- zavel- of kleidek (waardveengronden, kV..);
- zanddek (meerveengronden, zV..).

Aan de hand van de meest voorkomende veensoort in het bodemprofiel worden de veengronden verder onderverdeeld. In het projectgebied komen vooral zeggeveenachtige veensoorten (..Vc) voor en in beperkte mate veenmosveen (..Vs).

Vanaf de 12^e en 13^e eeuw kwam in dit gebied de vervening op gang. Aanvankelijk werd het veen dat boven de waterspiegel aanwezig was, weggegraven. Vanwege de grote behoefte aan brandstof werden vanaf de 14^e eeuw ook 'natte verveningen' uitgevoerd. Door dit baggeren ontstond een landschap van zetwallen en trekgraten. Na de vervening zijn de trekgraten door verlanding deels dichtgegroeid. Deze gebieden zijn op de bodemkaart aangegeven als associatie petgat (AP). Van wege de grote afwisseling van land, water en drijftillen vallen de petgatgebieden buiten het doelgebied van dit project.



Figuur 2 De bodemkaart (versie 1) van het doelgebied en de ligging van de petgatgebieden.

Van een deel van het gebied is een gedetailleerde bodemkaart, schaal 1 : 10 000, beschikbaar. In grote lijnen komen de patronen van bodemkaart, schaal 1 : 50 000, goed overeen met die van de gedetailleerde kaarten. Alleen in het grote vlak koopveengronden (hVc) ten westen van Staphorst komen volgens de gedetailleerde bodemkaart uit 1985 (Kamping en Rutten, 1985) ook vlierveengronden (Vc en Vs) voor. Bij deze gronden is volgens de kartering uit 1985 de bovengrond onvoldoende dik om ze tot de koopveengronden te rekenen. In de toelichting bij de bodemkaart van kaartblad 21 Oost (Kuijer en Rosing, 1994) wordt aangegeven dat er een goed veraarde bovengrond van 12 à 18 cm dikte voorkomt. Men heeft om 'kaarttechnische' redenen toen besloten de gronden bij de koopveengronden te rekenen. Onder de bovengrond kan plaatselijk zwart verweerd veenmosveen aanwezig zijn, doch het veenpakket bestaat overwegend uit zeggeveen (hVc).

2 Methode

De belangrijkste doelvariabele bij zowel het actualiseren van de bodemkaart als het vervaardigen van de veendiktekaart, is de veendikte. We veronderstellen dat door oxidatie en klink de veendikte is afgenomen, met als gevolg dat er nu gebieden zijn met een veenlaag dunner dan 1,2 m, die rust op de pleistocene zandondergrond. Dit levert andere bodemtypen op. Voor het samenstellen van de veendiktekaart maken we gebruik van Digitale Bodemkartering (DBK). Dit is een geostatistische methode waarbij met een combinatie van bodemgegevens uit veldwaarnemingen en informatie over terreinkenmerken kaartbeelden worden gecreëerd. De veldwaarnemingen bestaan uit boormonsterbeschrijvingen. Deze aanpak is ook toegepast bij het modelleren van de veendiktekaart van de gebieden met moerige gronden en dunne veengronden (De Vries et al. 2014) en kan worden onderverdeeld in 4 stappen:

1. Data verzamelen
2. Modelleren
3. Updaten bodemkaart
4. Rapportage

2.1 Data verzamelen

Voor het vervaardigen van de veendiktekaart met behulp van DBK zijn actuele waarnemingen nodig over de bodemkundige laagopbouw. Deze informatie over de laagopbouw wordt verkregen uit boormonsterbeschrijvingen.

2.1.1 Kalibratie set met boormonsterbeschrijvingen

Veldwaarnemingen met actuele gegevens zijn nodig voor het fitten van het regressiemodel waarmee de verbreiding en dikte van veenlagen voorspeld kunnen worden. De veldwaarnemingen bestaan uit boormonsterbeschrijvingen. Zo'n beschrijving geeft schematische informatie over de gelaagdheid in het bodemprofiel op een bepaalde locatie. Om een boormonsterbeschrijving te kunnen maken, haalt de veldbodemkundige met een zgn. edelmanboor of met een gutsboor bodemmateriaal uit het boorgat omhoog en legt dit in chronologische volgorde neer. Vervolgens wordt op basis van kleur, samenstelling en consistentie de gelaagdheid vastgesteld. Begin- en einddieptes van de lagen worden genoteerd en van elke laag worden belangrijke kenmerken geschat, zoals organische-stofgehalte, veensoort, lutumgehalte, leemgehalte, zandgrofheid (M50), consistentie en aanwezigheid van kalk. De locatie wordt vastgelegd door middel van coördinaten van het Rijksdriehoeksstelsel. In totaal zijn er 270 kalibratieboringen gepland. Dit komt neer op een dichtheid van 1 boring per 50 ha. Om een evenredige verdeling over het gebied te krijgen, is gebruikgemaakt van 'spatial coverage sampling' (Walvoort et al. 2010; Walvoort et al. 2018). Hierbij wordt het gebied opgedeeld in 270 compacte deelgebiedjes. Vervolgens worden de centrale punten van de deelgebiedjes als locatie aangewezen. Op deze locaties is in de periode juli-oktober 2017 een beschrijving van de profielopbouw opgesteld, volgens de richtlijnen voor bodemkundige boorbeschrijvingen (Ten Cate et al. 1995). Tevens geldt voor dit veldwerk een protocol met een aantal richtlijnen voor het kiezen van de locatie en de boordiepte (bijlage 1). De opdracht was steeds tot in de pleistocene zandondergrond te boren met een maximale diepte van 4 m-mv.

Bij het opstellen van de boormonsterbeschrijvingen wordt gebruikgemaakt van de VeldGIS-applicatie op veldcomputers. Dit is een door WENR ontwikkelde module in ArcGIS met een invulschermbild voor boormonsterbeschrijvingen. Met gps worden de x- en y-coördinaten automatisch bepaald. Voor een aantal attributen in de VeldGIS-applicatie (zoals bodemgebruik, horizontcode en veensoort) zijn keuzelijsten beschikbaar, hetgeen het invullen vergemakkelijkt en (type)fouten voorkomt. Tevens bevat VeldGIS controleprogramma's om te checken of de beschrijvingen consistent zijn.

De 270 nieuwe boormonsterbeschrijvingen vormen samen met de 262 boorgegevens uit BIS vanaf 2005 de kalibratieset voor het model waarmee de ruimtelijke voorspelling wordt uitgevoerd.

2.1.2 Validatie set met boormonsterbeschrijvingen

Om de ruimtelijke voorspellingen van de verschillende doelvariabelen te toetsen, is een onafhankelijke set met gegevens nodig. Daarvoor hebben we een validatieset met boormonsterbeschrijvingen samengesteld. De informatie uit deze beschrijvingen wordt dus niet gebruikt bij de ruimtelijke voorspellingen. Door middel van een aselechte steekproef zijn 60 locaties geloot. Voor het maken van de boormonsterbeschrijvingen is dezelfde werkwijze gevolgd als bij de kalibratieset. Als belangrijke aanvullende voorwaarde geldt dat exact op de aangegeven locatie wordt geboord. Dat is bij de kalibratieset minder belangrijk. Door deze eis zijn 2 locaties vervallen vanwege de ligging in oppervlaktewater. De validatieset bestaat dus uit de gegevens van 58 boormonsterbeschrijvingen.

2.2 Modelleren veendikte

Voor het vervaardigen van de kaart van de veendikte maken we gebruik van een geostatistische ruimtelijke interpolatiemethode (kriging). Een geostatistische interpolatiemethode minimaliseert de variantie van de voorspelfout, onder voorwaarde dat de verwachte (gemiddelde) voorspelfout gelijk is aan nul (Goovaerts, 1997). Naast de voorspelling wordt ook de nauwkeurigheid van de voorspelling berekend.

Zoals vermeld in paragraaf 2.1, beschikken we over een kalibratieset en een validatieset. De kalibratieset gebruiken we om de kaart te maken. De validatieset wordt daarvoor niet gebruikt. Die gebruiken we enkel om de kwaliteit van de resulterende kaart mee te toetsen.

De ruimtelijke interpolatie kan worden verbeterd door gebruik te maken van hulpinformatie. Hierbij moet worden gedacht aan kaartlagen, zoals een digitaal hoogtemodel of de bodemkaart. Ook kan gebruik worden gemaakt van een trendmodel dat gefit is op basis van de coördinaten van het Rijksdriehoeksstelsel. Wij vonden echter dat de beschikbare hulpinformatie geen toegevoegde waarde had. We hebben daarom gebruikgemaakt van een geostatistische ruimtelijke interpolatiemethode zonder hulpinformatie (*ordinary kriging*).

We gebruiken de validatieset om de kaart te valideren. Dit doen we door verschillen (fouten) uit te rekenen tussen de waargenomen veendiktes op de validatielocaties en de berekende diktes op de kaart. Deze verschillen kunnen worden samengevat met statistieken, zoals de gemiddelde fout (*mean error (ME)*, *bias* of systematische fout) en de vierkantswortel uit de gemiddelde gekwadrateerde fout (*root mean squared error (RMSE)*). We kijken niet alleen naar statistieken van fouten op de waarnemingslocaties, maar ook naar de mate waarin ruimtelijke patronen kunnen worden voorspeld. Dat kan worden gedaan met Pearson's correlatiecoëfficiënt. Zie bijlage 1 in Walvoort et al. (2009) voor meer informatie over deze validatiestatistieken.

De kalibratie en validatiesets bevatten een beperkt aantal gecensoreerde waarnemingen. Dat zijn waarnemingen waarbij de onderkant van het veen niet binnen de maximale boordiepte (4 meter) is aangetroffen. We hebben gecensoreerde waarnemingen buiten beschouwing gelaten bij de ruimtelijke interpolatie. Hoewel de methodiek hierdoor eenvoudig kan blijven, kan dit leiden tot een (lokale) onderschatting van de veendikte. Dat wil zeggen dat de werkelijke veendikte groter zal zijn dan de voorspelde veendikte. Echter, omdat de kalibratieset relatief groot is ($n=532$) en het aantal gecensoreerde waarnemingen beperkt ($n=3$), verwachten we dat een eventuele systematische fout beperkt zal zijn.

2.3 Veendiktes in de petgatgebieden

Op de bodemkaart worden de petgatgebieden bodemkundig niet nader gespecificeerd. Het zijn gebieden met smalle stroken land (legakkers of zetwallen) met daartussen uitgeveende stroken (trekgaten of petgaten) die na de vervening uit open water bestonden, maar door verlanding deels zijn dichtgegroeid. Er is op korte afstand een afwisseling van water, drijftillen, rietland, moerasbossen en hooi- of weiland. Voor zover er sprake is van land komen er vooral veengronden voor. De petgatgebieden vallen buiten het doelgebied van het actualisatieonderzoek. Op verzoek van het waterschap is toch nagegaan of er informatie beschikbaar is over de diktes van veenlagen in deze gebieden. Hiervoor is een aantal boormonsterbeschrijvingen uit het DINOloket (<https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>) geselecteerd. Vervolgens is aan de hand van de beschrijving nagegaan of er veen voorkomt en op welke diepte het veen overgaat in de pleistocene zandondergrond.

2.4 Actualiseren bodemkaart

De veengronden zijn op de bodemkaart ingedeeld naar veendikte. Er zijn veengronden waarbij de veenlaag binnen 120 cm-mv. overgaat in een minerale ondergrond (dunne veengronden) en er zijn veengronden waarbij de veenlaag doorgaat tot dieper dan 120 cm-mv. (diepe veengronden). In het doelgebied komen volgens de eerste uitgave van de bodemkaart alleen diepe veengronden voor. De veendikte is het voornaamste aspect bij de actualisatie. Hiervoor worden de gegevens van de veendiktekaart gebruikt. Bij het actualiseren zijn bestaande bodemgrenzen zo veel mogelijk gehandhaafd. Indien de verandering in veendikte betrekking had op een deel van een kaartvlak, is een opsplitsing gemaakt. Voor het aangeven van de nieuwe grenzen is ook gebruikgemaakt van de informatie uit de boormonsterbeschrijvingen. Naast aanpassingen op basis van de veendikte zijn in het kaartbeeld ook wijzigingen doorgevoerd in de begrenzing van het oppervlaktewater en overige onderscheidingen.

2.4.1 Actualisatie voor de dikte van het veenpakket

De gegevens van het veendikteraster zijn ingedeeld in de dikteklassen <80 cm, 80-120 cm en >120 cm. Deze klassen zijn gecombineerd met de eenheden van de bodemkaart. Aanpassingen in de bodemcode zijn afhankelijk van de veendikte en de aanwezigheid van een klei- of zanddek. Tabel 1 toont het beslisschema voor de aanpassingen.

Gebieden op het veendikteraster met de klasse > 120 cm behoeven op de Bodemkaart geen aanpassing, omdat de vereiste veendikte voor diepe veengronden ook nu nog voldoende is.

Bij het areaal op het veendikteraster met de klasse 80-120 cm worden de diepe veengronden eerst opgesplitst in aanwezigheid van een mineraal dek op het veen (kV... of zV...) en ontbreken van een mineraal dek (hV..., aV... en V...). Wanneer een mineraal dek aanwezig is, is de huidige veendikte nog voldoende om de bestaande bodemcode van een diepe veengrond te handhaven. Bij de diepe veengronden zonder mineraal dek is de resterende veendikte onvoldoende om de bestaande bodemcode te handhaven. Van deze laatste groep wordt de laatste letter van de bodemcode meestal omgezet naar ...Vz. Wanneer in de zandondergrond van de veengronden met de bodemcodes aV... en V... een podzolprofiel aanwezig is, wordt de laatste letter van de bodemcode omgezet naar ...Vp. Bij de veengronden met de bodemcode hV... wordt podzolering in de zandondergrond in de classificatie niet apart onderscheiden, waarmee ook bij podzolering de nieuwe bodemcode hVz wordt.

Tabel 1 Beslisschema voor aanpassingen van de bodemcode

Veendikte (cm)	Aanpassingen	Aangepaste codes
>120	Geen aanpassingen	Het blijven diepe veengronden (..Vs, ..Vc, ..Vr, ..Vd en ..Vb)
80- 120	Aanpassing afhankelijk van de aanwezigheid van een mineraal dek:	
	• Zand-, zavel- of kleidek aanwezig	Het blijven diepe veengronden (..Vs, ..Vc, ..Vr, ..Vd en ..Vb)
	• Zonder zand-, zavel- of kleidek	Het worden dunne veengronden (..Vz of ..Vp)
<80	Altijd aanpassen	Het worden dunne veengronden (..Vz of ..Vp)

Het areaal op het veendikteraster waarvoor de klasse < 80 cm geldt, correspondeert altijd met de veencode ...Vz of ...Vp. De regels volgens welke van de twee uiteindelijk gekozen moet worden, zijn gelijk aan die zoals zojuist benoemd bij de klasse 80-120 cm. Een aanvulling hierop is dat bij de bodemcode zV... (net als aV... en V...) in de classificatie podzolering wel onderscheidend is, terwijl dit voor de bodemcodes pV... en kV... (net als hV...) niet geldt.

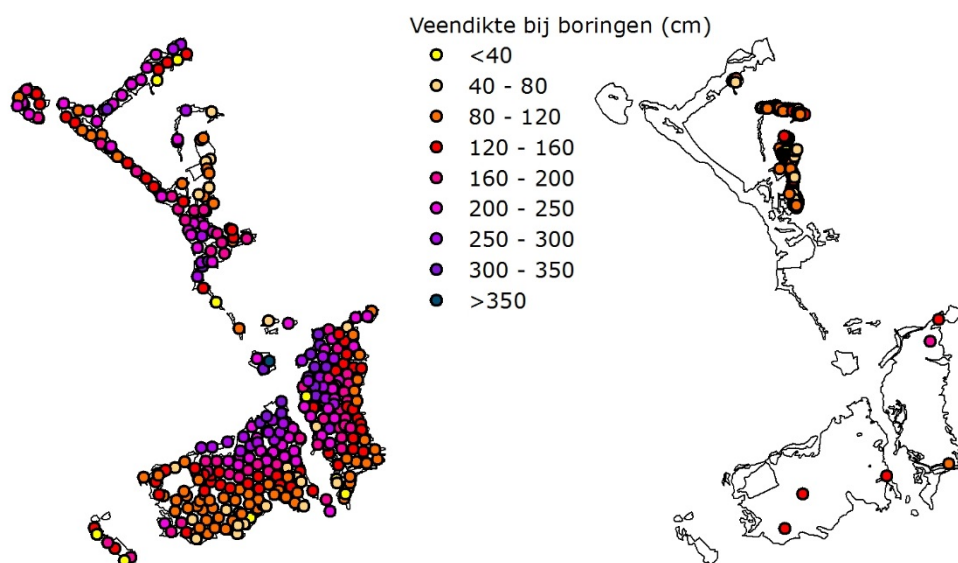
2.4.2 Aanpassingen in de begrenzing van overige onderscheidingen

In de laatste actualisatiestap zijn markante veranderingen in infrastructuur op de Bodemkaart verwerkt. Hiervoor is informatie uit het AHN2 en uit de topografische kaart (2016) geraadpleegd. Deze correcties van de Bodemkaart van de diepe veengronden in het Waterschap WDOD betreffen stadsuitbreidingen, nieuwe waterplassen (bijv. door zandwinning) en een ophoging (slibdepot).

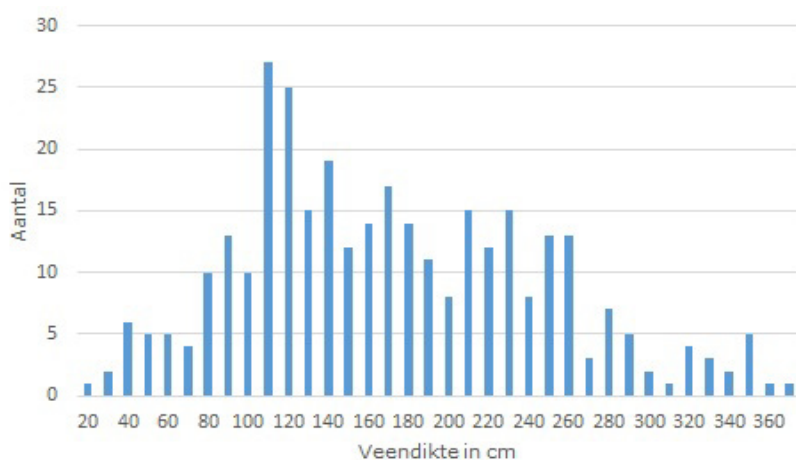
3 Resultaten

3.1 Boormonsterbeschrijvingen

Figuur 3 toont de ligging van de boormonsterbeschrijvingen die in het kader van dit project zijn opgesteld en in voorgaande projecten uit de periode vanaf 2005. In 2017 zijn in totaal op 328 locaties boormonsterbeschrijvingen opgesteld. Hiervan behoren 270 tot de kalibratieset en 58 tot de validatieset. Op 4 locaties na is het overal gelukt om door het veen tot in de pleistocene zandondergrond te boren, zodat de exacte veendikte kon worden vastgesteld. De veendikte varieert van 20 tot 425 cm. Figuur 4 toont de frequenties in veendikte.



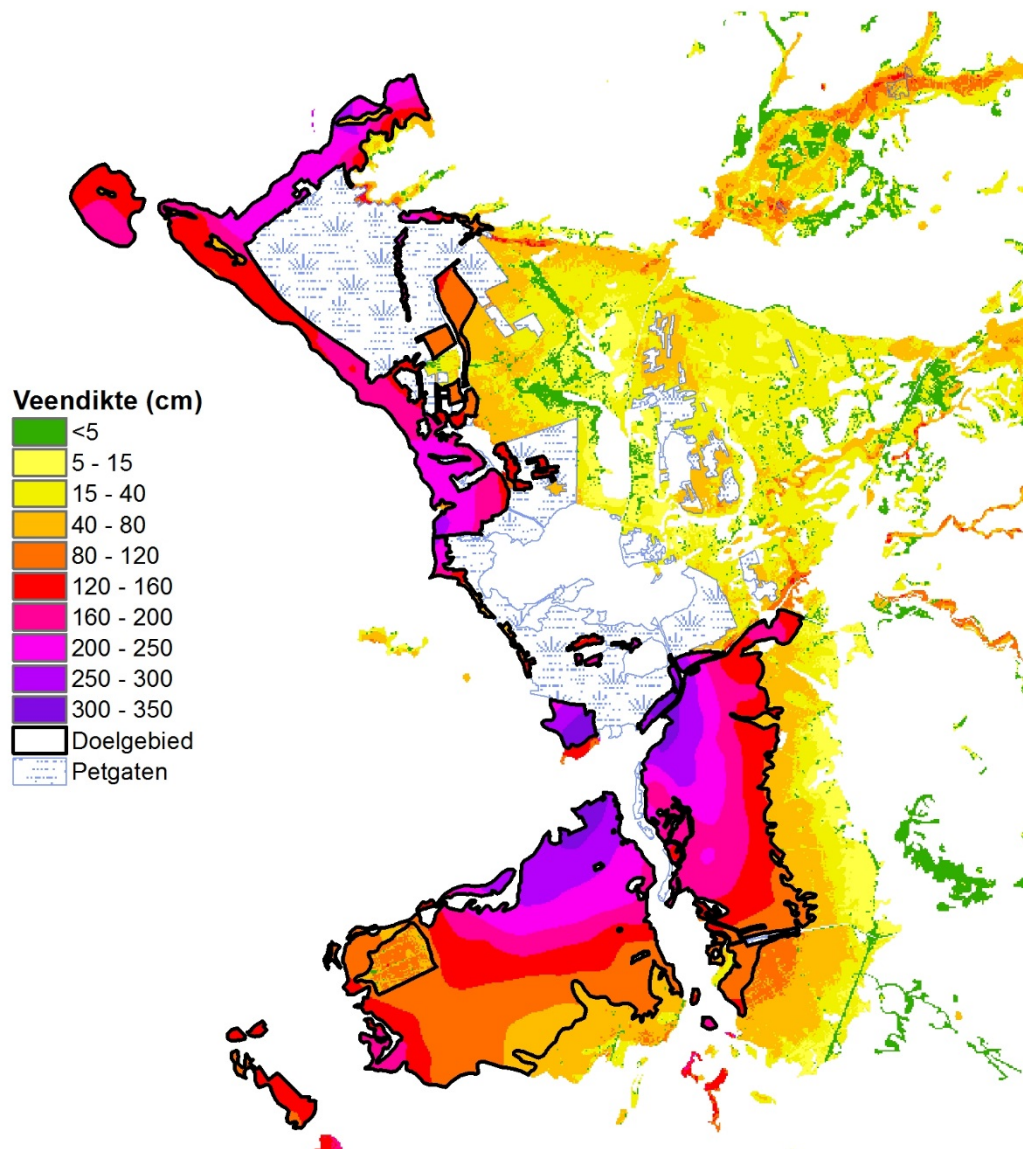
Figuur 3 Veendikte op de locaties met nieuw verzamelde boormonsterbeschrijvingen (links) en boormonsterbeschrijvingen uit de periode vanaf 2005 (rechts) per boring.



Figuur 4 Verdeling van de veendiktes bij de boringen.

Uit het Bodemkundig InformatieSysteem (BIS) van WENR zijn voor het gebied 262 boormonsterbeschrijvingen geselecteerd uit de periode vanaf 2005. Deze boringen liggen geconcentreerd in het noordoostelijke deel van het doelgebied. Bij deze boringen is de veendikte steeds minder dan 200 cm. Zowel de nieuw verzamelde boormonsterbeschrijvingen als de in het BIS beschikbare boormonsterbeschrijvingen zijn opgenomen in de landelijke database van de BRO (<https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>).

3.2 Veendiktekaart



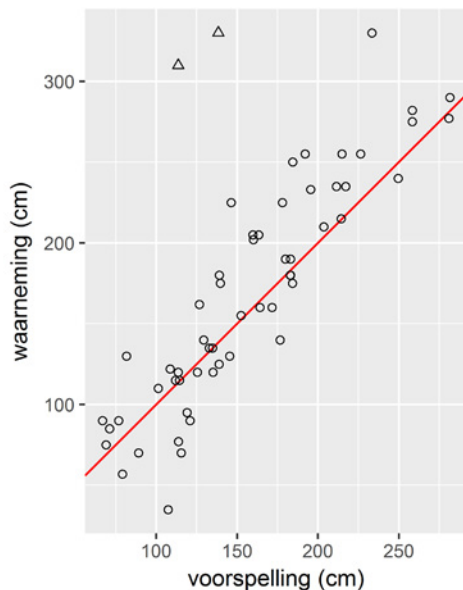
Figuur 5 Nieuwe veendiktekaart voor het doelgebied in combinatie met de veendiktekaart uit 2014 van de aangrenzende gebieden van het waterschap.

Figuur 5 toont de in dit project voor het doelgebied aangemaakte veendiktekaart in combinatie met de veendiktekaart die in 2014 voor de aangrenzende gebieden is vervaardigd. Vanuit het Oosten en Zuiden neemt de veendikte toe in de richting van de westelijke begrenzing van het waterschap.

Validatie

Voor de validatie zijn 56 waarnemingen beschikbaar. De gemiddelde fout bedraagt 10 cm (met een standaardfout van 4.1 cm). De werkelijke veendikte is daarom gemiddeld 10 cm dikker dan wordt voorspeld. De vierkantswortel uit de gemiddelde gekwadrateerde fout (RMSE) bedraagt 32 cm. De correlatiecoëfficiënt bedraagt 0.9. Hieruit blijkt dat de ruimtelijke patronen op de kaart goed worden voorspeld.

Figuur 6 geeft een scatterplot van de gemeten versus de berekende veendikte. De meetwaarden zijn afkomstig uit de validatieset. Als de voorspellingen foutloos zouden zijn, liggen ze op de rode lijn. Over het algemeen liggen de punten dicht bij de rode lijn. De twee driehoekjes geven gecensoreerde (dieper dan) waarnemingen weer. De veendikte is op deze locaties dieper dan de kaart aangeeft.

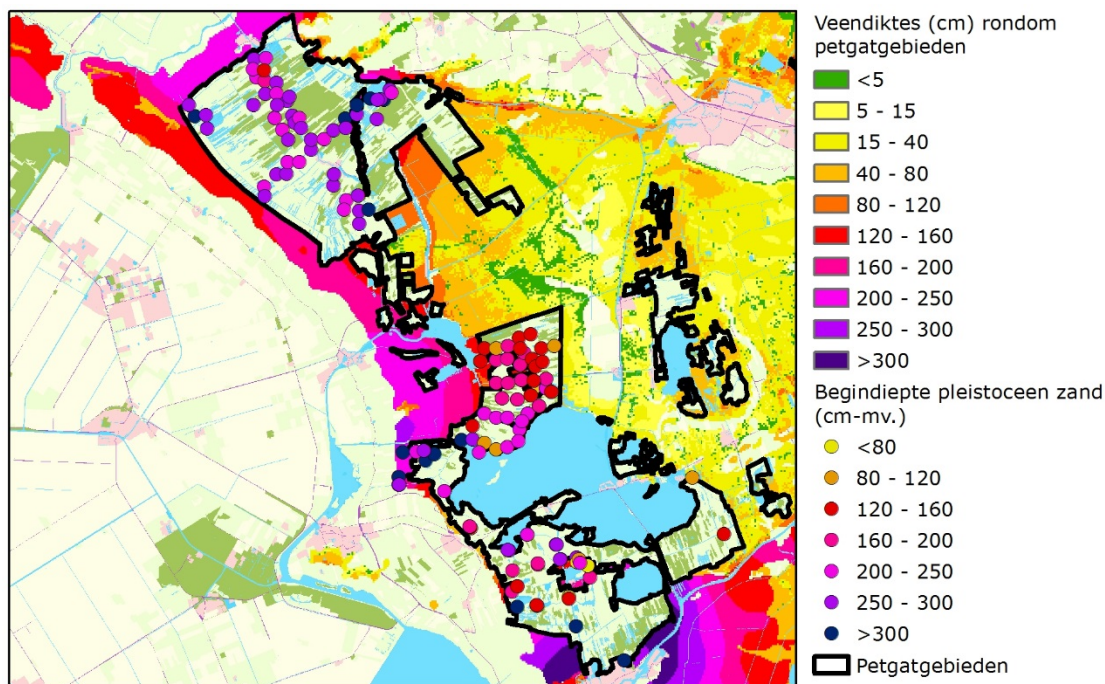


Figuur 6 Scatterplot van de gemeten (verticale as) versus de berekende (horizontale as) veendikte. De meetwaarden zijn afkomstig uit de validatieset. De rode lijn is de 1:1-lijn. De cirkels geven ongecensoreerde, de driehoekjes gecensoreerde (dieper dan) waarnemingen.

3.3 Veendiktes in petgatgebieden

Om een indruk te krijgen over de veendiktes in petgatgebieden zijn 149 boormonsterbeschrijvingen uit het DINOloket geselecteerd. Van 42 locaties is de datum van de boring niet bekend. Twee boringen dateren van 1922, 44 boringen uit de periode 1972-1980 en de overige 63 uit de periode 1980-2002. Bij alle boringen komt een veenlaag voor. Dit veen rust op de pleistocene zandondergrond. Figuur 7 toont de ligging van de boringen, de kleur geeft een indicatie van de begindiepte van de pleistocene zandondergrond ten opzichte van maaiveld. De beschrijvingen zijn 20 tot meer dan 30 jaar geleden opgesteld. Het is niet bekend in welke mate er sindsdien maaiveld daling is opgetreden. In de Weerribben liggen 54 boringen. De pleistocene zandondergrond begint hier overwegend tussen 2 en 3 m-mv.; bij één boring ondieper dan 2 m-mv. en bij 6 boringen dieper dan 3 m-mv. Rond de Beulakerwilde zijn de gegevens van 95 boringen beschikbaar. Op 5 locaties begint de pleistocene zandondergrond binnen 1 m-mv., bij 47 boringen tussen 1 en 2 m-mv., bij 33 tussen 2 en 3 m-mv. en bij 10 boringen dieper dan 3 m-mv.

Het aantal boorlocaties met een bekende diepte van de pleistocene zandondergrond is in de petgatgebieden helaas te klein om met voldoende betrouwbaarheid een vlakdekkende veendiktekaart af te leiden.



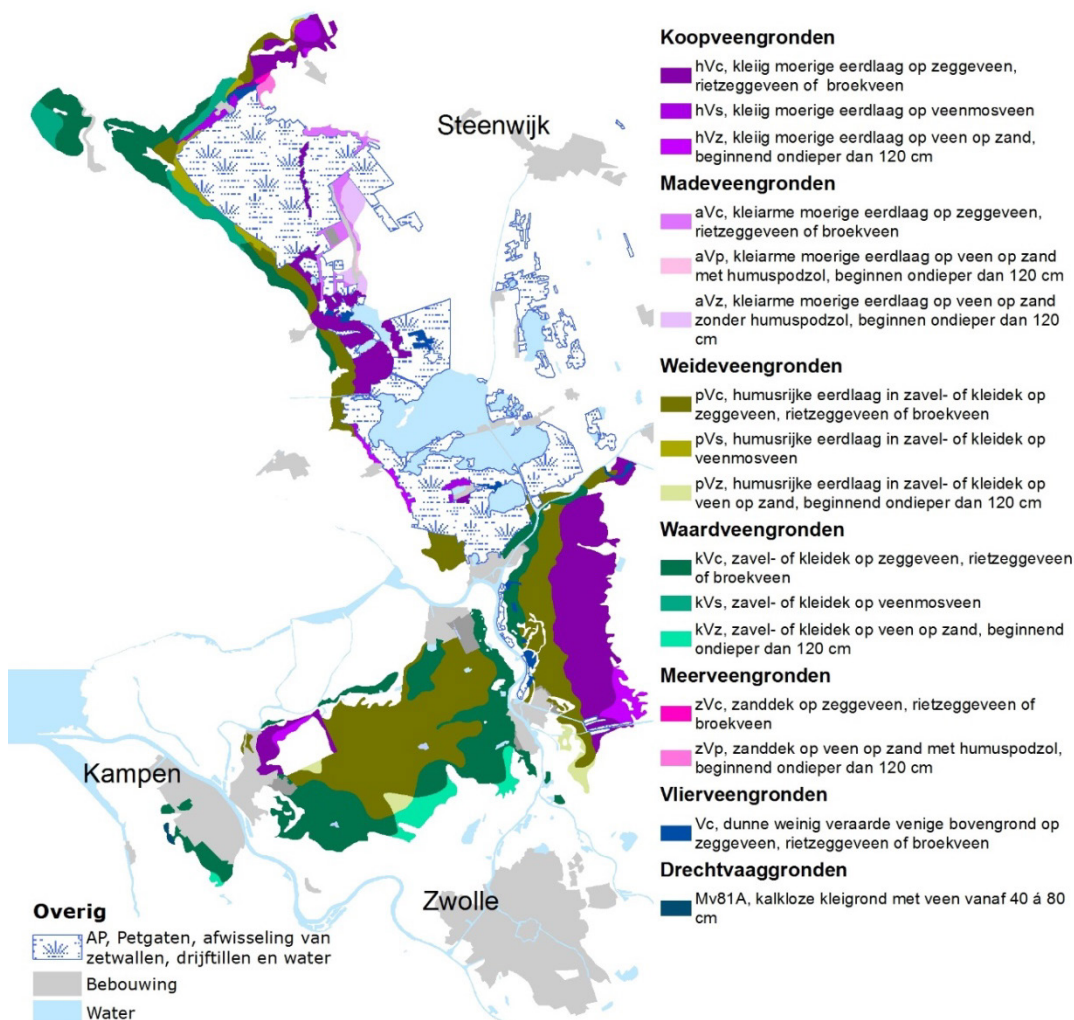
Figuur 7 Boorlocatie in de petgatgebieden met een aanduiding van de begindiepte van de pleistocene zandondergrond (bron: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>).

3.4 Geactualiseerde bodemkaart

Figuur 8 toont voor het doelgebied de geactualiseerde bodemkaart. Tabel 2 geeft een overzicht van de oorspronkelijke eenheden op de bodemkaart en de wijzigingen. Figuur 9 geeft de gebiedjes met wijzigingen weer. In totaal is er bij 1298 ha een wijziging doorgevoerd:

- Verspreid over het gebied komt bij ca. 1030 ha de minerale ondergrond nu binnen 120 cm-mv. voor (..Vz en ..Vp).
- Ten westen van Kampen is een kaartvlak kVc gewijzigd in Mv81C. Dit is een kleigrond met veen vanaf 40 à 80 cm-mv. De wijziging is doorgevoerd op basis van gegevens uit de boorinformatie.
- Een aantal gebiedjes is nu als petgat (eenheid AP) aangegeven. De begrenzing hiervan is afgeleid van recente luchtfoto's.
- Aan de hand van de topografische kaart is een aantal vlakken met open water en met bebouwing aangegeven.
- Ten zuiden van Kalenberg is een slipdepot gerealiseerd. Dit is als een sterk opgehoogd terrein aangegeven. De begrenzing is afgeleid van het AHN en recente luchtfoto's.

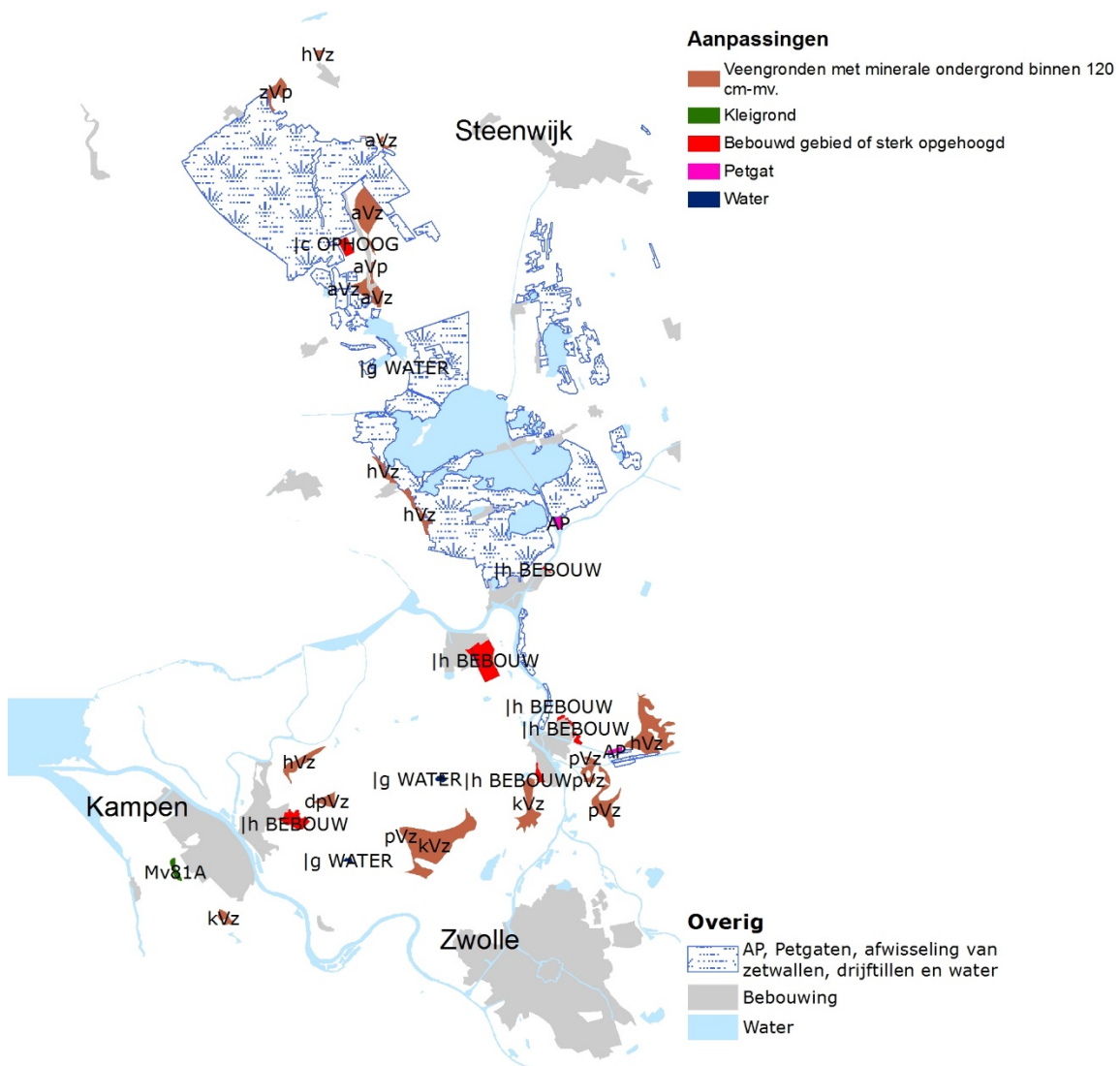
In de landbouwgebieden met koopveen- (hV..) en madeveengronden (aV..) zijn, om de draagkracht te vergroten, hier en daar percelen bezand. De bezandingsdekjes zijn 5 à 10 cm dik. De schaal van de bodemkaart en het aantal boorbeschrijvingen laat niet toe om deze verspreid liggende percelen apart te onderscheiden.



Figuur 8 De geactualiseerde bodemkaart van het doelgebied.

Tabel 2 Overzicht van de oorspronkelijke eenheden op de bodemkaart en de wijzigingen per eenheid.

Oorspronkelijke informatie		Ongewijzigd Nieuwe bodemcodes met oppervlakte (ha)							
Bodemcode	ha	ha							
aVc	415	203	aVz	178	aVp	9	Sterk opgehoogd	25	
dkVc	171	152					Bebouwing	19	
dpVc	814	789	dpVz	25					
fhVc	61	61							
fkVc	59	57					Bebouwing	3	
fpVc	54	54							
fVc	20	20							
hVc	2598	2353	hVz	237	AP	7			
hVd	450	449		1			Water		
hVs	199	145	hVz	54					
hVs/Hn21	32	32							
kVc	3570	3112	kVz	313	Mv81A	16	Bebouwing	119	Water 8
kVs	189	189							
kVsc	243	243							
pVc	3637	3395	pVz	174	AP	14	Bebouwing	43	Water 10
pVs	46	46							
pVsc	115	115							
saVc	16	16							
skVc	11	11							
spVc	10	10							
sVc	31	31							
Vc	120	120							
zkVc	57	57							
zVc	53	13	zVp	40					
Totaal	12971	11673		1023		47		208	18



Figuur 9 *Overzicht met de gebiedjes waar de bodemkaart is aangepast.*

4 Conclusies

In dit project is binnen het beheergebied van Waterschap Drents Overijsselse Delta informatie verzameld over de veendikte in de gebieden met diepe veengronden op de eerste versie van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Het doelgebied heeft een oppervlakte van ca. 13 000 ha. Op 238 locaties zijn boormonsterbeschrijvingen opgesteld. Met deze gegevens en de gegevens van 157 boormonsterbeschrijvingen uit het BIS van WENR is de veendiktekaart samengesteld en is de bodemkaart geactualiseerd. Belangrijke conclusies zijn:

- Uit de nieuw verzamelde boorgegevens blijkt dat overal veen voorkomt. De veendiktes variëren van 20 tot 425 cm. Bij 6 boringen kon de maximale veendikte niet worden vastgesteld. Bij 85% van de boringen komt meer dan 100 cm veen voor en bij 36% van de boringen meer dan 200 cm.
- De nieuwe veendiktekaart is gecombineerd met de veendiktekaart die in 2014 is vervaardigd van de gebieden met moerige gronden en dunne veengronden. Daarmee is nu een veendiktekaart beschikbaar voor het overgrote deel van de veengebieden binnen het beheergebied van Waterschap Drents Overijsselse Delta. Alleen van de petgatgebieden ontbreekt nu nog systematische, recente informatie over de veendikte.
- Uit de gegevens van de geactualiseerde bodemkaart schaal 1 : 50 000 blijkt dat bij ca. 1300 ha wijzigingen zijn doorgevoerd. Door de afname van de veendikte komt bij deze veengronden de pleistocene ondergrond nu binnen 120 cm-mv. voor. Een beperkte oppervlakte is als bebouwd gebied, water of sterk opgehoogd terrein aangegeven.

Literatuur

- Akker, J.J.H. van den, 2005. Maaiveldddaling en verdwijnende veengronden. In: Rienks, W.A. en A.L. Gerritsen, 2005. Veenweide 25x belicht. Een bloemlezing van het onderzoek van Wageningen. Wageningen Universiteit en Researchcentrum.
- Cate, J.A.M. ten, A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995. Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Richtlijnen en voorschriften. Deel A: Bodem. DLO-Staring Centrum, Technisch Document 19A.
- Kamping, G. en G. Rutten, 1985. Bodemgesteldheid en bodemgeschiktheid van het landinrichtingsgebied "Rouveen". Wageningen, Stiboka, rapport 1661.
- Kuijter, P.C. en H. Rosing, 1994. Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Toelichting bij kaartblad 21 Oost Zwolle. Wageningen, DLO-Staring Centrum.
- Kuikman, P.J. en J.J.H. van den Akker, 2005. Veenweide, broeikasgassen en klimaatverandering. In: Rienks, W.A. en A.L. Gerritsen, 2005. Veenweide 25x belicht. Een bloemlezing van het onderzoek van Wageningen. Wageningen Universiteit en Researchcentrum.
- Vries, F. de, D.J. Brus, B. Kempen, F. Brouwer en A.H. Heidema, 2014. Actualisatie bodemkaart veengebieden; Deelgebied 1 en 2 in Noord-Nederland. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2556.
- Walvoort, D. J. J., Brus, D. J. en de Gruijter, J. J., 2010. An R package for spatial coverage sampling and random sampling from compact geographical strata by k-means. Computers & Geosciences 36: 1261-1267 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.cageo.2010.04.005>).
- Walvoort, D., D. Brus, en J. de Gruijter, 2018. Spatial Coverage Sampling and Random Sampling from Compact Geographical Strata. R package version 0.3-8. <https://CRAN.R-project.org/package=spcosa>.
- Walvoort, D.J.J., P.W. Bogaart, J.G. Kroes T.P. van Tol – Leenders, 2009. Validatie van modelsystemen voor het voorspellen van de oppervlaktewaterkwaliteit en -kwantiteit in het stroomgebied 'de Krimpenerwaard' : fases 1, 2 en 3 (<http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/138250>)

Bijlage 1 Instructies voor het veldwerk

Instructies voor het maken van boorbeschrijvingen

Het doel van het project is een veendiktekaart samen te stellen en de bodemkaart van de gebieden met diepe veengronden binnen het Waterschap Drents Overijsselse Delta te actualiseren. We maken daarbij gebruik van gegevens uit boorbeschrijvingen. Er zijn nog onvoldoende actuele boorbeschrijvingen beschikbaar om dit te doen. Daarom zijn er 330 locaties aangewezen voor het maken van nieuwe beschrijvingen. Het veldwerk willen we in september afronden.

Locaties

De locaties zitten in de shapefile in VeldGIS. Bij het maken van de boorbeschrijvingen is het niet noodzakelijk dat je de nummering aanhoudt van de aangegeven punten. Het belangrijkste is dat er een boorbeschrijving wordt gemaakt. Je kunt zelf bepalen in welke volgorde je de locaties per deelgebied (veldkaart) bezoekt en nummert. Maak onderling afspraken over de verdeling van de locaties, zodat locaties niet dubbel worden bezocht/beschreven.

Bepalen locatie in het veld:

Er zijn twee soorten boorlocaties:

- **Kalibratiepunten** (270 stuks), op de kaart weergegeven met een +. Indien mogelijk wordt de boorbeschrijving opgesteld op de locatie met de aangegeven x- en y-coördinaten. Wanneer dat niet lukt, kun je in de nabijheid een beschrijving opstellen. Wanneer de locatie in de bebouwde kom ligt of wanneer je geen toestemming krijgt, kun je het punt verplaatsen naar een buurperceel. Bij het kiezen van een andere locatie moet je wel binnen het doelgebied (veldkaart) blijven.
- **Validatiepunten** (60 stuks), op de kaart met een ster aangegeven. Voor deze punten geldt een strenge eis dat de boring exact op de aangegeven locatie uitgevoerd dient te worden. Als dat niet lukt, vervalt het punt en moet worden uitgeweken naar een reservepunt.

Boordiepte en Boorbeschrijving

- Het profiel uitboren tot minimaal 1,5 m en **altijd tot in de pleistocene zandondergrond**, dus bij veendiktes en/of kleipakketten > 1,5 m dieper boren tot maximaal 4 m.
- Bij elk punt een volledige boorbeschrijving maken met formulier in VeldGIS volgens de instructies in Technisch document 19A. Van alle lagen altijd het organische-stofgehalte, lutum-, leem- en siltgehalte schatten en bij veen ook de veensoort.
- Bij sterk verstoorde bodemopbouw (wanneer lagen/horizonten niet meer op hun oorspronkelijke diepte liggen) drie boringen verrichten en dan een beschrijving maken van de meest voorkomende profielopbouw. Verwerking aangeven in de standaardpuntencode.
- Bij een grof mengsel van veen en zand of een afwisselende gelaagdheid deze componenten afzonderlijk beschrijven en de mengverhouding aangeven (%).

Veel succes!

Folkert de Vries
0317 486512
Juli 2017

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 2887
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 2887
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

